

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2003-168810  
(P2003-168810A)

(43)公開日 平成15年6月13日(2003.6.13)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード*(参考)
H 0 1 L 31/04		B 0 5 B 1/14	Z 4 D 0 7 5
B 0 5 B 1/14		B 0 5 D 7/00	H 4 F 0 3 3
B 0 5 D 7/00		H 0 1 L 21/225	R 5 F 0 5 1
H 0 1 L 21/225		31/04	A

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願2001-366940(P2001-366940)

(22)出願日 平成13年11月30日(2001. 11. 30)

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 今中 崇雄

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(74)代理人 100064746

弁理士 深見 久郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 太陽電池の製造装置および製造方法

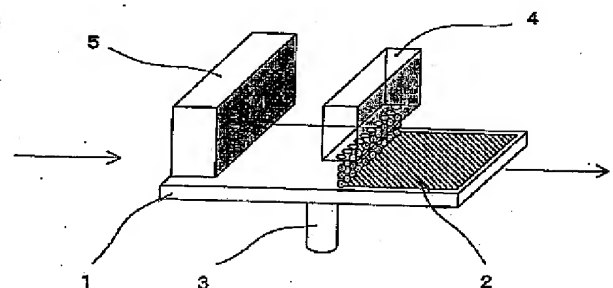
(57)【要約】

【課題】 安定したドーパント液の塗布を可能とし、粘度の低いドーパント液を用いることができる太陽電池の製造装置および製造方法を提供する。

【解決手段】 インクジェット方式によって基板上にドーパント液を塗布する手段を備えた太陽電池の製造装置であって、ドーパント液を塗布する際のドーパント液の粘度 $n$  ( $\text{Ns}/\text{m}^2$ ) が $0.001$  ( $\text{Ns}/\text{m}^2$ ) 以上であるときのインクジェットヘッドのノズル径 $d$  ( $\mu\text{m}$ ) が下記式

$$30-1000 \times n \leq d \leq 34-1000 \times n$$

にて規定される太陽電池の製造装置である。また、上記製造装置を用いて、基板上にドーパント液を塗布する工程を含んでいる太陽電池の製造方法である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 インクジェット方式によって基板上にドーパント液を塗布する手段を備えた太陽電池の製造装置であって、ドーパント液を塗布する際のドーパント液の粘度 $n$  ( $\text{Ns}/\text{m}^2$ ) が $0.001$  ( $\text{Ns}/\text{m}^2$ ) 以上であるときのインクジェットヘッドのノズル径 $d$  ( $\mu\text{m}$ ) が下記式

$$30-1000 \times n \leq d \leq 34-1000 \times n$$

にて規定されることを特徴とする太陽電池の製造装置。

【請求項2】 ドーパント液を塗布する際のドーパント液の粘度 $n$  ( $\text{Ns}/\text{m}^2$ ) が $0.001$ 以上 $0.02$ 未満 ( $\text{Ns}/\text{m}^2$ ) であることを特徴とする請求項1に記載の太陽電池の製造装置。

【請求項3】 ドーパント液を基板上に塗布するインクジェットヘッドと、基板を保持し基板を進行させる基板チャックと、基板の外形寸法を測定してインクジェットヘッドにその情報を伝達する基板形状測定装置とを具備することを特徴とする請求項1または2に記載の太陽電池の製造装置。

【請求項4】 請求項1から3のいずれかの項に記載の太陽電池の製造装置を用いて、基板上にドーパント液を塗布する工程を含むことを特徴とする太陽電池の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、太陽電池の製造装置および製造方法に関し、特にインクジェット方式によって基板上にドーパント液を塗布する太陽電池の製造装置および製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】図5から図7を参照して、従来の太陽電池の製造工程の一例を説明する。ここで、基板11はp型多結晶シリコン半導体角型基板が用いられている。

【0003】図5(a)において、まず、基板11製造時に生じる表面の加工変質層を除去するため、あるいは異方性エッチングによって基板11の表面に微細なピラミッド状の凹凸を含むテクスチャ表面を形成するため、水酸化ナトリウムを含む溶液中に浸漬することでエッチング処理を行なう。

【0004】次に、図5(b)に示すように、リン等の拡散源を含むドーパント液12を基板11上に塗布する。

【0005】従来、このドーパント液塗布工程は以下に説明するスピン塗布法を用いていた。スピン塗布法は、まず図6に示されているように静止した基板11の中央部に一定量のドーパント液12が吐出され、次に図7で示されているように基板11を約 $5000\text{rpm}$ で高速回転させ、テクスチャ表面が形成された基板11の受光面上全体にドーパント液12を均一に広げる方法である。

【0006】しかし、スピン塗布法は基板11の回転の加減速に時間を要するという問題があった。また、回転モーメントにより、特に多結晶基板の場合には基板11の割れが生じ易く歩留まりが低下するという問題もあった。さらに、スピン塗布法は基板11上に塗布されたドーパント液12が基板11の側面および裏面に回り込み、無駄になる割合が多いという問題もあった。

【0007】このようなスピン塗布法の問題を解決するため、インクジェット方式によってドーパント液を塗布する方法がある。たとえば特開2000-183379公報において、太陽電池の製造にジェットプリンタを用いる方法が開示されている。また特開2000-133649公報において、絶縁膜の形成にインクジェット方式を用いる方法が開示されている。また特開平11-251259号公報において、半導体層への不純物の導入にインクジェット方式を用いる方法が開示されている。さらに特開平9-141876号公報において、プラスチック、金属またはガラスに印刷する方法としてインクジェット方式を用いる方法が開示されている。

【0008】しかしながら、特開2000-183379公報および特開2000-133649公報および特開平11-251259号公報においてはインクジェットヘッドノズル径とドーパント液の粘度との関係については記載されておらず、塗布ムラのない安定したドーパント液の塗布をすることができないことがあった。

【0009】また、特開平9-141876号公報においては、インクジェットヘッドノズル径とドーパント液の粘度について記載されているが、インクジェットヘッドノズル径が $50 \sim 200\mu\text{m}$ と大きく、かつドーパント液の粘度も $0.02 \sim 0.2$  ( $\text{Ns}/\text{m}^2$ ) と大きい。ため、生産性向上の観点から速乾性が要求され、粘度の低いドーパント液を用いる太陽電池の製造にはこの技術は不適であった。

## 【0010】

【発明が解決しようとする課題】上記事情に鑑みて、本発明は、塗布ムラのない安定したドーパント液の塗布を可能とし、かつ粘度の低いドーパント液を用いることのできる太陽電池の製造装置および製造方法を提供することを目的とする。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】本発明のインクジェット方式によって基板上にドーパント液を塗布する手段を備えた太陽電池の製造装置は、ドーパント液を塗布する際のドーパント液の粘度 $n$  ( $\text{Ns}/\text{m}^2$ ) が $0.001$  ( $\text{Ns}/\text{m}^2$ ) 以上であるときのインクジェットヘッドのノズル径 $d$  ( $\mu\text{m}$ ) が下記式

$$30-1000 \times n \leq d \leq 34-1000 \times n$$

にて規定されることから、塗布ムラのない安定したドーパント液の塗布を可能とし、かつ粘度の低いドーパント液を塗布することができる。

【0012】ここで、ドーパント液を塗布する際のドーパント液の粘度 $n$  ( $\text{Ns}/\text{m}^2$ ) が0.001以上0.02未満 ( $\text{Ns}/\text{m}^2$ ) であることが好ましく、ドーパント液を基板上に塗布するインクジェットヘッドと、基板を保持し基板を進行させる基板チャックと、基板の外形寸法を測定してインクジェットヘッドにその情報を伝達する基板形状測定装置とを具備していることが好ましい。

【0013】また、本発明による太陽電池の製造方法は、上記太陽電池の製造装置を用いて、基板上にドーパント液を塗布する工程を含むことを特徴としている。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しつつ、本発明の好ましい実施の形態について説明する。

【0015】＜太陽電池の製造装置＞図1は、本発明の太陽電池の製造装置の一例を模式的な斜視図で表わしている。図1において、1は基板、2はドーパント液、3は基板チャック、4はインクジェットヘッド、5は基板形状測定装置を示している。

【0016】ここで基板1は基板チャック3によって保持されており、この基板1上には基板形状測定装置5およびインクジェットヘッド4が設置されている。また、基板形状測定装置5とインクジェットヘッド4は基板1\*

\*の進行方向に沿ってこの順序に並んでいる。

【0017】＜インクジェットヘッドノズル径とドーパント液粘度との関係＞図2はインクジェットヘッド4の模式的な断面図を表わしている。図2において、6はノズル、7はインキチャンバ、8は圧電素子板を示している。ここで、上記ドーパント液2の塗布は、インキチャンバ7中に注入されたドーパント液2がノズル6から吐出されることにより行なわれ、この吐出は基板形状測定装置5から送られる基板1の外形寸法の情報によって圧電素子板8の駆動を制御することによって行なわれる。

【0018】ここで、上記装置においては、ドーパント液2の粘度 $n$  ( $\text{Ns}/\text{m}^2$ ) が0.001 ( $\text{Ns}/\text{m}^2$ ) 以上であって、ノズル径 $d$  ( $\mu\text{m}$ ) が、 $30-1000 \times n \leq d \leq 34-1000 \times n$ の式により規定されている必要がある。

【0019】これは本発明者らがインクジェット方式におけるドーパント液2の塗布試験を繰り返した結果、ドーパント液2の粘度 $n$  ( $\text{Ns}/\text{m}^2$ ) に対応して、ノズル径 $d$  ( $\mu\text{m}$ ) を上記の式を満たすように規定すれば、安定したドーパント液2の塗布が可能であることを見出したためである。この試験結果を以下の表1に示す。

【0020】

【表1】

ドーパント液の 粘度 $n$ ( $\text{Ns}/\text{m}^2$ )		0.0008	0.001	0.002	0.003	0.004
ノズル径 $d$ ( $\mu\text{m}$ )	25	×	×	×	×	×
	26	×	×	×	×	○
	27	×	×	×	○	○
	28	×	×	○	○	○
	29	×	○	○	○	○
	30	×	○	○	○	○
	31	×	○	○	○	×
	32	×	○	○	×	×
	33	×	○	×	×	×
	34	×	×	×	×	×

【0021】

○…安定してドーパント液2を塗布することができた。  
×…安定してドーパント液2を塗布することができなかった。

【0022】ここで、ドーパント液2としては、粘度が約0.003 ( $\text{Ns}/\text{m}^2$ ) のPSG (リン含有シリケートガラス) の液状前駆体が通常好適に用いられるが、インクヘッドジェット4の温度によって粘度が変化するため、この試験ではその前後の粘度である0.0008、0.001、0.002、0.003および0.004 ( $\text{Ns}/\text{m}^2$ ) に調整されたPSGの液状前駆体を用意して行なった。

【0023】また、ノズル6としては、ノズル径 $d$ が2※50

※5〜34 $\mu\text{m}$ のものまでを1 $\mu\text{m}$ ごとに用意した。

【0024】上記試験の結果、ドーパント液2の粘度 $n$  ( $\text{Ns}/\text{m}^2$ ) が0.0008 ( $\text{Ns}/\text{m}^2$ ) である場合には、ノズル径 $d$ をどの値のものに設定しても安定したドーパント液2の塗布をすることができなかった。この場合にはドーパント液2の粘度が低いため、ノズル6から吐出されたドーパント液2は、ノズル面に対して垂直に飛翔せず、多数の微小な液滴に分裂して広がってスプラッシュ状に飛翔してしまうこととなり、基板1上にドーパント液2を均一に塗布することができなかった。

【0025】尚、ドーパント液2の粘度を上げていったところ、ドーパント液2の粘度 $n$  ( $\text{Ns}/\text{m}^2$ ) が0.002 ( $\text{Ns}/\text{m}^2$ ) 未満である場合には安定したドーパ

ント液2の塗布をすることができたが、 $0.02 \text{ (Ns/m}^2\text{)}$ 以上である場合には、実際上問題ない程度ではあるが多少塗布ムラが見られる傾向にあり、また速乾性も多少劣る傾向にあった。

【0026】したがって、上記試験結果により、本発明で用いられるドーパント液の粘度 $\eta \text{ (Ns/m}^2\text{)}$ は $0.001 \text{ (Ns/m}^2\text{)}$ 以上、好ましくは $0.001$ 以上 $0.02 \text{ (Ns/m}^2\text{)}$ 未満である。ここで、上述のように粘度が約 $0.003 \text{ (Ns/m}^2\text{)}$ のPSG（リン含有シリケートガラス）の液状前駆体が通常好適に用いられることを考慮すると、より好ましくは $0.001 \text{ (Ns/m}^2\text{)}$ 以上 $0.004 \text{ (Ns/m}^2\text{)}$ 未満である。

【0027】＜ドーパント液の塗布＞以下、図1において、上記製造装置を用いたドーパント液2の基板1上への塗布について説明する。

【0028】図1において、インクジェットヘッド4および基板形状測定装置5は固定されており、基板チャック3が矢印の方向に進行することに伴い、それに保持された基板1がその方向に進行する。基板1の進行速度としては一例として $200 \text{ mm/s}$ である。

【0029】基板1はまず基板形状測定装置5の下を通過し、この通過中に基板1の外形寸法が測定される。次に基板1はインクジェットヘッド4の下を通過し、通過中にインクジェットヘッド4からドーパント液2が基板1上に塗布される。この塗布の際には、あらかじめ基板形状測定装置5によって測定された基板1の外形寸法をもとに、基板1の側面または裏面にドーパント液2が回り込まないようにするため、図3中の領域9にドーパント液2が塗布されるように制御されることが好ましい。

【0030】すなわち、基板形状測定装置5は基板1の外形寸法を測定し、その測定した基板1の外形寸法の情報をインクジェットヘッド4に伝達し、その伝達された情報に基づいてインクジェットヘッド4の塗布幅が基板1の外形寸法に応じて伸縮するように制御される。したがって、ドーパント液2を領域9内に容易に塗布することができる。

【0031】また、領域9は基板1の端部から一例として $0.1 \text{ mm}$ 離れた長さの位置に設定される。

【0032】ここで、基板1は、図4(a)に表わされているように、基板1製造時に生じる表面の加工変質層を除去するため、あるいは異方性エッチングによって基板1の表面に微細なピラミッド状の凹凸を含むテクスチャ表面を形成するため、水酸化ナトリウムを含む溶液中に基板1を浸漬してエッチング処理されている一辺約 $12.5 \text{ mm}$ の略正方形形状のp型多結晶シリコン半導体基板が用いられている。

【0033】そして、図4(b)に表わされているように、上記装置によって、基板1上の領域9にドーパント液を塗布されることとなる。また、基板1の側面または

裏面にドーパント液2が付着しないようにマスクを用いることもできる。

【0034】上記ドーパント液2の基板1上への塗布後には、基板1を乾燥し、乾燥後の基板1上に反射防止膜、電極等を形成して太陽電池が製造される。

【0035】上記実施の形態においては、基板1として一辺約 $12.5 \text{ mm}$ の略正方形形状のp型多結晶シリコン半導体基板を用いたが、本発明においては寸法、形状、結晶の種類に左右されずいかなる基板も使用することができる。ただし、丸型基板等の場合には、基板形状測定装置5を備えていてもインクジェットヘッド4の制御が複雑になるため、矩形基板あるいは正方形基板を用いるのが好ましい。

【0036】また、上記実施の形態においては、基板1は、基板1の製造時に生じる表面の加工変質層の除去、あるいは基板1の表面に微細なピラミッド状の凹凸を含むテクスチャ表面の形成等のため、水酸化ナトリウムを含む溶液の中に浸漬すること等によるエッチング処理等が行なわれているが、そのエッチング処理等は行なわれていなくてもよい。

【0037】また、基板1の材質は、特に限定されずいかなる材質も好適に用いることができ、たとえば単結晶または多結晶のシリコン等を用いることができる。

【0038】また、上記実施の形態においては、ドーパント液2の材質はPSGに限定されず、BSG（ホウ素含有シリケートガラス）等のいかなる材質も好適に用いることができる。

【0039】また、本願の太陽電池の構造、製造方法および製造装置は特に基板表面にドーパント液を塗布する構造、その製造方法およびその製造装置を特長とするものであり、これら以外のたとえば反射防止膜、電極等の構造やその製造方法、製造装置を限定するものではない。

【0040】今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0041】

【発明の効果】上述のように本発明によれば、塗布ムラのない安定したドーパント液の基板上への塗布を可能とし、かつ粘度の低いドーパント液を使用することができるため太陽電池の生産性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の太陽電池の製造装置の一例の模式的な斜視図である。

【図2】 本発明で用いられるインクジェットヘッドの模式的な断面図である。

【図3】 ドーパント液が塗布される好適な領域の模式

的な上面図である。

【図4】 本発明で用いられる基板の模式的な断面図および本発明で用いられるドーパント液塗布後の基板の模式的な断面図である。

【図5】 従来のスピンドット法で用いられる基板の模式的な断面図および従来のスピンドット法で用いられるドーパント液が塗布された基板の模式的な断面図である。

【図6】 従来のスピンドット法におけるドーパント液を

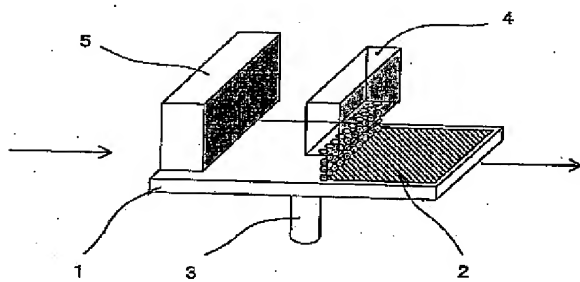
塗布した後の基板の模式的な斜視図である。

【図7】 従来のスピンドット法におけるドーパント液を塗布した後の基板の回転中の模式的な斜視図である。

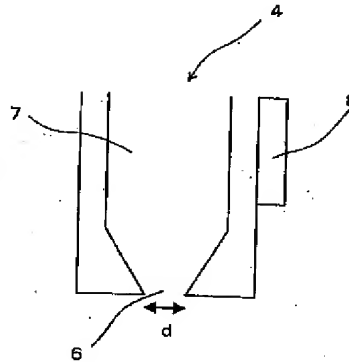
【符号の説明】

1, 11 基板、2, 12 ドーパント液、3 基板チャック、4 インクジェットヘッド、5 基板形状測定装置、6 ノズル、7 インキチャンバ、8 圧電素子板、9 領域。

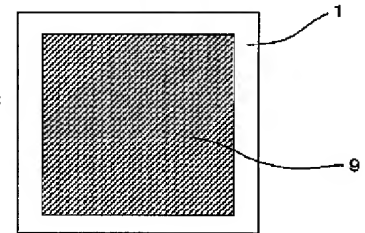
【図1】



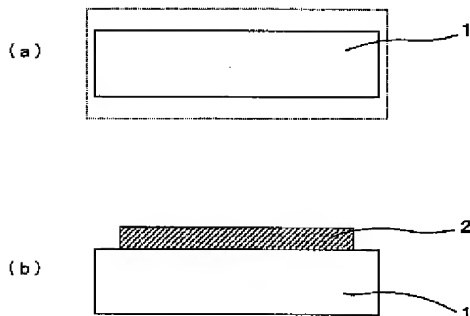
【図2】



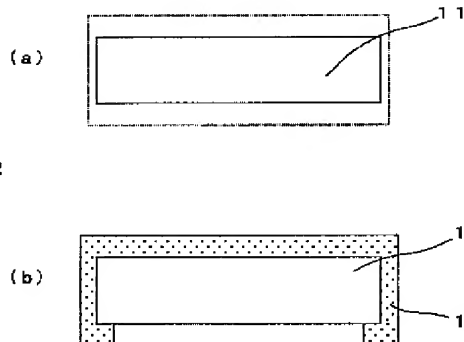
【図3】



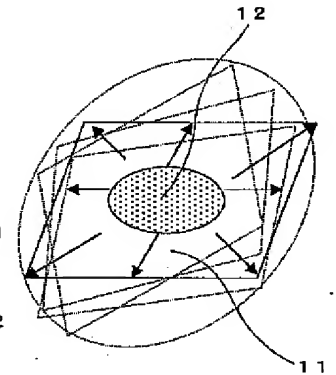
【図4】



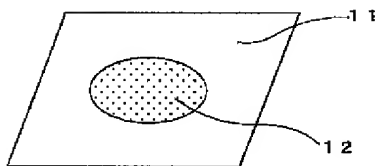
【図5】



【図7】



【図6】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4D075 AC07 AC73 AC79 AC93 AC96  
CA22 DA06 DB11 DC21 EA07  
EA60 EB52 EB60  
4F033 AA14 BA03 CA07 DA05 EA01  
JA06 NA01  
5F051 AA03 CB13 CB18 CB30

**DERWENT-ACC-NO:** 2003-650059

**DERWENT-WEEK:** 200362

*COPYRIGHT 2010 DERWENT INFORMATION LTD*

**TITLE:** Solar cell manufacturing apparatus includes  
inkjet head whose nozzle diameter satisfies preset  
relationship with respect to viscosity of dopant  
liquid

**INVENTOR:** IMANAKA T

**PATENT-ASSIGNEE:** SHARP KK[SHAF]

**PRIORITY-DATA:** 2001JP-366940 (November 30, 2001)

**PATENT-FAMILY:**

<b>PUB-NO</b>	<b>PUB-DATE</b>	<b>LANGUAGE</b>
JP 2003168810 A	June 13, 2003	JA

**APPLICATION-DATA:**

<b>PUB-NO</b>	<b>APPL-DESCRIPTOR</b>	<b>APPL-NO</b>	<b>APPL-DATE</b>
JP2003168810A	N/A	2001JP- 366940	November 30, 2001

**INT-CL-CURRENT:**

<b>TYPE</b>	<b>IPC DATE</b>
CIPP	B05D7/00 20060101
CIPS	B05B1/14 20060101

CIPS H01L21/225 20060101

CIPS H01L31/04 20060101

**ABSTRACTED-PUB-NO:** JP 2003168810 A

**BASIC-ABSTRACT:**

NOVELTY - An inkjet head (4) that supplies a dopant liquid (2) on the surface of a silicon substrate (1), has a nozzle whose diameter  $d'$  is maintained between  $(30-1000x\eta)$  to  $(34-1000x\eta)$ , where  $\eta$  is the viscosity of the dopant liquid at the time of application. The viscosity ranges between 0.001-0.02 Nsec/m<sup>2</sup>.

DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is also included for solar cell manufacturing method.

USE - For use in the manufacture of solar cell (claimed) using inkjet system.

ADVANTAGE - Enables applying the dopant liquid stably and uniformly, thereby improving the production of the solar cell.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a perspective view of the solar cell manufacturing apparatus.

substrate (1)

dopant liquid (2)

substrate chuck (3)

inkjet head (4)

**CHOSEN-DRAWING:** Dwg.1/7



**TITLE-TERMS:** SOLAR CELL MANUFACTURE  
APPARATUS HEAD NOZZLE DIAMETER  
SATISFY PRESET RELATED RESPECT  
VISCOSITY DOPE LIQUID

**DERWENT-CLASS:** P42 T04 U11 U12

**EPI-CODES:** T04-G02A1; U11-C02A1; U12-A02A3;

**SECONDARY-ACC-NO:**

**Non-CPI Secondary Accession Numbers:** 2003-517101